

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)



10/524351  
EP 03/09357 11 FEB 2005

EPO-BERLIN  
10-09-2003

REC'D 26 SEP 2003

WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 41 624.9

**Anmeldetag:** 04. September 2002

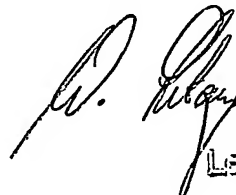
**Anmelder/Inhaber:** Volkswagen Aktiengesellschaft,  
Wolfsburg/DE

**Bezeichnung:** Verfahren und Vorrichtung zur Erkennung des  
Aufmerksamkeitsgrades eines Fahrzeugführers

**IPC:** B 60 K, B 60 Q

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 2. September 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag



LEHMANN

## 5      **Verfahren und Vorrichtung zur Erkennung des Aufmerksamkeitsgrades eines Fahrzeugführers**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erkennung des Aufmerksamkeitsgrades eines Fahrzeugführers, wobei ein Lenkverhalten des Fahrzeugführers überwacht wird, mit den in den Oberbegriffen der Ansprüche 1 und 15 genannten Merkmalen.

Es ist allgemein bekannt, dass bei Führern von Fahrzeugen besonders hohe Anforderungen an deren Aufmerksamkeit (Vigilanz) gestellt werden. Eine Verringerung der Aufmerksamkeit des Führers des Fahrzeuges, insbesondere durch Müdigkeit und/oder durch eine Monotonie der momentanen Fahrsituation, birgt ein erhöhtes Unfallrisiko in sich.

Verfahren und Vorrichtungen zur Verbesserung der Aufmerksamkeit eines Fahrzeugführers sind bekannt. So offenbart beispielsweise die DE 44 00 207 C2 eine Vorrichtung und ein Verfahren, bei dem eine Herzschlaginformation des Fahrzeugführers mit einer Lenkinformation verknüpft wird. Hierbei wird mittels eines Lenkwinkelsensors die Betätigung eines Lenkrades durch einen Fahrzeugführer detektiert. So soll die Betätigung des Lenkrades durch den Fahrzeugführer überwacht werden, indem spezifische Lenkperioden vor einem Rechts- beziehungsweise Linksdrehen des Lenkrades durch den Fahrzeugführer überwacht werden. Hier liegt der Ansatz zugrunde, dass - je größer die Aufmerksamkeit des Fahrzeugführers ist - so genannte Feinlenkperioden auftreten, die der Kurshaltung des Fahrzeuges dienen. Treten diese Feinlenkperioden nicht oder nur in größeren Zeitabständen auf, spricht dies für eine nachlassende Aufmerksamkeit des Fahrzeugführers.

Allgemein ist bekannt, dass eine Lenkbewegung eines Fahrzeuges entweder aufgrund eines Fahrerwunsches oder durch äußere Einflüsse, beispielsweise böiger Wind, schlechte Straßenverhältnisse oder dergleichen, die ein Gegenlenken durch den Fahrzeugführer erfordern, auftreten kann.

Ferner ist allgemein bekannt, Fahrzeuge mit elektronischem Stabilitätssystem (ESP) und/oder elektrischer Lenkunterstützung (EPS) auszustatten. Derartige Systeme

unterstützen den Fahrzeugführer beim Führen des Fahrzeuges, indem Regelsysteme Abweichungen zwischen Soll-Verhalten und Ist-Verhalten einzelner Komponenten erfassen und entsprechende Gegenmaßnahmen selbsttätig einleiten.

- 5 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung der gattungsgemäßen Art zu schaffen, mittels denen in einfacher Weise die Erkennung des Aufmerksamkeitsgrades eines Fahrzeugführers möglich ist.

10 Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den im Anspruch 1 genannten Merkmalen gelöst. Dadurch, dass ein Phasenverlauf zwischen einer Änderung eines Lenkwinkels wenigstens eines lenkbaren Rades des Fahrzeuges und einer Änderung eines Lenkradwinkels ausgewertet wird, wird in besonders einfacher und zuverlässiger Weise der Aufmerksamkeitsgrad eines Fahrzeugführers bestimmbar. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird der Umstand ausgenutzt, dass bei einer äußeren Lenkbeeinflussung des  
15 Fahrzeuges der Fahrzeugführer eine Gegenlenkbewegung als Korrektur seines Lenkwunsches veranlassen muss. Die äußere Lenkbeeinflussung führt zu einer Veränderung des Lenkwinkels wenigstens eines lenkbaren Rades des Fahrzeuges, nämlich der Ist-Lenkwinkel weicht dann vom Soll-Lenkwinkel ab. Das Gegenlenken des Fahrzeugführers erfolgt über das Lenkrad, so dass die Lenkbewegung des Fahrzeugführers  
20 durch eine Veränderung des Lenkradwinkels erfassbar ist. Aufgrund unvermeidlicher Reaktionszeiten kommt es hierbei zu einem Unterschied des Phasenverlaufes zwischen dem Lenkwinkel des wenigstens einen lenkbaren Rades und dem Lenkradwinkel. Dieser Unterschied zwischen Phasenverlauf des Lenkwinkels und des Lenkradwinkels ist somit ein Maß für die Reaktionsfähigkeit (Reaktionsschnelligkeit) des Fahrzeugführers, so dass über  
25 eine nachlassende Reaktionsfähigkeit auf einen nachlassenden Aufmerksamkeitsgrad des Fahrzeugführers in einfacher Weise geschlossen werden kann.

In bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Phasenverlauf in  
30 Zeitspannen ausgewertet wird, in denen Lenkbewegungen des Fahrzeuges nicht von einem Lenkungswunsch des Fahrzeugführers ausgehen. Hierdurch wird der Aufwand zur Erkennung des Aufmerksamkeitsgrades des Fahrzeugführers wesentlich verringert. Nämlich erst dann, wenn eine Lenkbewegung des Fahrzeuges durch äußere Lenkungseinflüsse hervorgerufen ist, setzt das erfindungsgemäße Verfahren zur Erkennung des Aufmerksamkeitsgrades ein. In Zeitspannen, in denen eine Lenkungsbewegung entweder  
35 durch einen Lenkungswunsch des Fahrzeugführers oder keine Lenkungsbeeinflussung erfolgt, setzt das erfindungsgemäße Verfahren vorzugsweise aus.

In weiterer bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Phasenverlauf innerhalb einer Zeitspanne ausgewertet wird, in der eine Änderung des Lenkradwinkels einer Änderung des Lenkwinkels folgt. Vorzugsweise wird die Länge der Zeitspanne und/oder ein Gradient des Lenkradwinkels innerhalb der Zeitspanne, vorzugsweise in festlegbaren Zeitfenstern, ausgewertet. Hierdurch lassen sich vorteilhaft verschiedene Auswertemodi auswählen, die gegebenenfalls aufeinander aufbauend eingesetzt werden können.

Ferner ist in bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass die Zeitspanne und/oder der Gradient mit wenigstens einem vorgebbaren Grenzwert verglichen wird, wobei in weiterer bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen ist, dass eine Häufigkeit einer Überschreitung des wenigstens einen Grenzwertes über eine festlegbare Zeitspanne überwacht wird. Auch hierdurch wird in einfacher Weise die Erkennung des Aufmerksamkeitsgrades, insbesondere auch dessen Veränderung über der Zeit, möglich.

Darüber hinaus ist in bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass bei einer vorgebbaren Annäherung an den wenigstens einen Grenzwert, einer Überschreitung des wenigstens einen Grenzwertes und/oder einer vorgebbaren Häufigkeit des Überschreitens des wenigstens einen Grenzwertes wenigstens eine Aktion ausgelöst wird, die insbesondere ein automatischer Lenkeingriff, ein akustischer, optischer und/oder haptischer Hinweis an den Fahrzeugführer ist. Hierdurch wird vorteilhaft möglich, bei erkannter Abnahme des Aufmerksamkeitsgrades des Fahrzeugführers diesen darauf hinzuweisen beziehungsweise beim automatischen Lenkeingriff der Verschlechterung des Aufmerksamkeitsgrades entgegenzuwirken. Insgesamt lässt sich hierdurch eine Unfallwahrscheinlichkeit durch nachlassenden Aufmerksamkeitsgrad des Fahrzeugführers verringern. Gegebenenfalls kann bevorzugt vorgesehen sein, dass in Abhängigkeit eines detektierten Aufmerksamkeitsgrades, insbesondere bei erkannter unterschiedlicher Höhe des Nachlassens des Aufmerksamkeitsgrades, abgestufte Aktionen ausgelöst werden. Hierdurch kann die Intensität der Warnung des Fahrzeugführers auf seinen abnehmenden Aufmerksamkeitsgrad variiert werden, so dass der Fahrzeugführer rechtzeitig Hinweise erhält, beispielsweise die Fahrt für eine Pause oder dergleichen zu unterbrechen.

Ferner ist in bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass zur Ermittlung des Lenkwinkels und des Lenkradwinkels eine Winkelstellung und/oder eine Drehzahl des Rotors eines Servomotors einer elektrischen Lenkunterstützung und eine Winkelstellung einer Lenksäule ausgewertet werden. Diese Signale stehen in Fahrzeugen, die eine elektrische Lenkunterstützung (EPS) besitzen, für andere Mess- und Steueraufgaben bereits zur

Verfügung, so dass eine Anordnung zusätzlicher Sensoren für die Erfassung und Auswertung des Phasenverlaufes von Lenkwinkel und Lenkradwinkel nicht erforderlich ist.

5 Bevorzugt ist ferner, dass zur Ermittlung des Phasenverlaufes ein Lenkungs-Drehmoment der elektrischen Lenkunterstützung ausgewertet wird. Hierdurch wird vorteilhaft eine indirekte Nutzung bereits vorhandener Sensoren beziehungsweise der Messwerte möglich. Das dem Lenkungs-Drehmoment entsprechende Signal ist funktional abhängig von der Differenz des Lenkwinkels und des Lenkradwinkels und stellt somit indirekt ein redundantes Signal für die Erkennung des Aufmerksamkeitsgrades zur Verfügung. Somit kann  
10 insbesondere anhand nur eines Signales eine Auswertung von Phasenunterschieden erfolgen, wodurch die Genauigkeit und die Durchführbarkeit des Verfahrens wesentlich vereinfacht ist.

15 Erfindungsgemäß wird die Aufgabe ferner durch eine Vorrichtung mit den im Anspruch 15 genannten Merkmalen gelöst. Dadurch, dass wenigstens eine das Lenkverhalten des Fahrzeuges detektierende Sensiereinrichtung vorgesehen ist, die mit einer Signalerfassungs- und -auswerteeinheit zusammenwirkt, mittels der in Abhängigkeit eines Phasenverlaufes zwischen einem Lenkwinkel wenigstens eines lenkbaren Rades des Fahrzeuges und einem Lenkradwinkel ein dem Aufmerksamkeitsgrad entsprechendes  
20 Signal generierbar ist, wird vorteilhaft möglich, die Vorrichtung in einfacher Weise in ein Fahrzeug zu integrieren. Insbesondere kann die Vorrichtung Bestandteil eines Steuergerätes des Fahrzeuges sein.

25 Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den übrigen, in den Unteransprüchen genannten Merkmalen.

Die Erfindung wird nachfolgend in Ausführungsbeispielen anhand der zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

30 Figur 1 schematisch eine Lenkungsanordnung eines Fahrzeuges;

Figuren Kennlinienverläufe eines Lenkwinkels und eines Lenkradwinkels  
2 und 2a und

35 Figur 3 ein Blockschaltbild einer Vorrichtung zur Erkennung des Aufmerksamkeitsgrades.

Figur 1 zeigt schematisch eine Lenkung 10 eines Kraftfahrzeuges. Die Lenkung 10 umfasst ein Lenkrad 12, das mit einer Lenkspindel 14 verbunden ist und auf eine in einem Lenkgehäuse 16 angeordnete Zahnstange 17 wirkt. Die Zahnstange 17 ist mit Spurstangen 18 verbunden, die ihrerseits auf Lenkhebel 20 wirken. Die Lenkhebel 20 tragen lenkbare  
5 Räder 22 des Kraftfahrzeuges, insbesondere Vorderräder des Kraftfahrzeuges. Der Lenkung 10 ist ein elektrischer Servomotor 24 zur Lenkunterstützung zugeordnet. In die Lenkspindel 14 ist ein Torsionsstab 26 integriert. Ferner ist die Lenkspindel 14 mit einem Lenkwinkelsensor 28 ausgestattet.

10 Aufbau und Wirkungsweise der schematisch skizzierten Lenkung 10 sind allgemein bekannt, so dass im Rahmen der vorliegenden Beschreibung hierauf nicht näher eingegangen werden soll.

Allgemein ist festzuhalten, dass bei Betätigung der Lenkung 10 über die Wirkverbindung  
15 zwischen Lenkrad 12 und lenkbaren Rädern 22 jedem Lenkradwinkel  $\alpha$  des Lenkrades 12 ein definierter Lenkwinkel  $\beta$  der Räder 22 zugeordnet ist.

Figur 2 verdeutlicht den Verlauf des Lenkwinkels  $\beta$  als Kennlinie 22' über der Zeit und den Verlauf des Lenkradwinkels  $\alpha$  als Kennlinie 12' über der Zeit, wobei hier von dem Ansatz des  
20 erfindungsgemäßen Verfahrens ausgegangen wurde. Zunächst ist entscheidend, dass eine Änderung des Lenkwinkels  $\beta$  und des Lenkradwinkels  $\alpha$  nicht von einem Fahrzeugführerwunsch ausgeht, sondern durch äußere Einflüsse hervorgerufen ist. Diese können beispielsweise in Windeinflüssen, Hindernissen auf der Straße, schlechten Straßenverhältnissen, schlechtem Geradeauslauf des Fahrzeuges oder dergleichen  
25 begründet sein.

Allen diesen äußeren Einflüssen ist gemeinsam, dass zunächst eine Änderung des Lenkwinkels  $\beta$  (Kennlinie 22') eintritt. Figur 2 verdeutlicht, dass zu einem Zeitpunkt  $t_1$  ein  
30 äußerer Einfluss gegeben ist, der zu einer Änderung des Lenkwinkels  $\beta$  führt. Konstruktionsbedingt folgt der Änderung des Lenkwinkels  $\beta$  zu einem Zeitpunkt  $t_2$  eine Änderung des Lenkradwinkels  $\alpha$ , der hier als Kennlinie 12' eingetragen ist. Die Zeitspanne von  $t_1$  bis  $t_2$  ist durch ein Spiel der Lenkung 10, Ansprechen des Torsionsstabes 26 und dergleichen technisch begründet. Entscheidend ist, dass eine Auswertung im Sinne des  
35 erfindungsgemäßen Verfahrens erst dann erfolgt, wenn die Änderung des Lenkwinkels  $\beta$  die Änderung des Lenkradwinkels  $\alpha$  bewirkt. Der Fahrzeugführer nimmt die Änderung des Lenkwinkels  $\beta$  um die Zeitspanne  $t_2 - t_1$  verzögert infolge einer Änderung des Lenkradwinkels  $\alpha$  wahr. Dies bedeutet: Idealerweise zum Zeitpunkt  $t_2$  nimmt der Fahrzeugführer wahr, dass

der Lenkwinkel  $\beta$ , der Ist-Lenkwinkel, vom gewünschten Soll-Lenkwinkel  $\beta$  abweicht. Dies führt zu einer Gegenreaktion des Fahrzeugführers, der den Ist-Lenkwinkel  $\beta$  wiederum auf den Soll-Lenkwinkel  $\beta$  regeln will. Bei einer angenommenen Geradeausfahrt beträgt der Soll-Lenkwinkel  $\beta$   $0^\circ$  und der Soll-Lenkradwinkel  $\alpha$  ebenfalls  $0^\circ$ . Äußere Einflüsse führen dazu, dass zum Zeitpunkt  $t_1$  der Ist-Lenkwinkel  $\beta$  größer wird und mit der Zeitverzögerung  $t_2 - t_1$  der Ist-Lenkradwinkel  $\alpha$  ebenfalls größer wird.

Zu einem Zeitpunkt  $t_3$  wird der Fahrzeugführer feststellen, dass der Ist-Lenkwinkel  $\beta$  vom Soll-Lenkwinkel  $\beta$  abweicht und wird durch Betätigung des Lenkrades 12 einen Ausgleich herbeiführen. Dies bedeutet, ab dem Zeitpunkt  $t_3$  wird durch Betätigung des Fahrzeugführers der Lenkradwinkel  $\alpha$  verkleinert, dem durch systembedingte Zeitverzögerung der Lenkwinkel  $\beta$  folgt. Demzufolge entspricht der Lenkradwinkel  $\alpha$  zum Zeitpunkt  $t_4$  wiederum dem Soll-Lenkradwinkel  $\alpha$ , während zum Zeitpunkt  $t_5$  der Ist-Lenkwinkel  $\beta$  dem Soll-Lenkwinkel  $\beta$  entspricht.

Dies zugrundelegend folgt, dass aus dem Verlauf der Zeitspanne  $t_3 - t_2$  auf den Aufmerksamkeitsgrad des Fahrzeugführers geschlossen werden kann. Je aufmerksamer der Fahrzeugführer ist, umso eher wird er feststellen, dass der Ist-Lenkwinkel  $\beta$  vom Soll-Lenkwinkel  $\beta$  abweicht. Dies bedeutet, je kürzer die Zeitspanne  $t_3 - t_2$  ist, umso höher ist der Aufmerksamkeitsgrad des Fahrzeugführers.

Figur 2a zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem eine Veränderung des Lenkwinkels  $\beta$  durch kurze und impulsartige Störeinflüsse stattfindet. Dies bedeutet, eine Korrektur des Lenkradwinkels  $\alpha$  erfolgt erst deutlich nach der kurzen und impulsartigen Störung. Die Reaktion des Fahrers zum Zeitpunkt  $t_3$  erfolgt somit erst, wenn die kurze, impulsartige Störung bereits vorbei ist. Da jedoch auch derartige kurze, impulsartige Störungen zu einer Beeinträchtigung der Geradeausfahrt des Fahrzeuges führen, ist eine Reaktion des Fahrzeugführers unabdingbar. Insofern ist auch hier die Zeitspanne  $t_3 - t_2$  ein Anhaltspunkt für den Aufmerksamkeitsgrad des Fahrzeugführers.

Hinsichtlich der Auswertung ergeben sich folgende Möglichkeiten:

Die Zeitspanne  $t_3 - t_2$  wird gemessen und mit einem Grenzwert verglichen. Überschreitet die Zeitspanne  $t_3 - t_2$  diesen Grenzwert, wird ein Warnhinweis, der einem Aufmerksamkeitsgrad des Fahrzeugführers entspricht, gegeben. Dieser kann beispielsweise aus einer akustischen, optischen oder haptischen Information bestehen. Überschreitet die Zeitspanne  $t_3 - t_2$  den Grenzwert um einen ebenfalls vorgebbaren Betrag, kann zusätzlich ein

automatischer Lenkeingriff erfolgen, der dazu führt, dass der Ist-Lenkwinkel  $\beta$  auf den Soll-Lenkwinkel  $\beta$  zurückgeführt wird.

5 Eine weitere Auswertevariante besteht darin, dass der Gradient des Anstieges des Lenkradwinkels  $\alpha$  beginnend mit dem Zeitpunkt  $t_2$  ausgewertet wird. Ist der Gradient des Lenkradwinkels  $\alpha$  größer als ein vorgebbarer Gradient, ohne dass eine Gegenreaktion (Zeitpunkt  $t_3$ ) des Fahrzeugführers eintritt, kann ebenfalls ein Warnhinweis hinsichtlich eines geminderten Aufmerksamkeitsgrades des Fahrzeugführers erfolgen. Ab einem bestimmten Gradienten, das heißt, ein vorgebbarer Grenzwert wurde überschritten, kann ebenfalls ein  
10 automatischer Lenkeingriff erfolgen.

Ein weiterer Ansatz besteht darin, dass der Gradient des Lenkwinkels  $\beta$  ab dem Zeitpunkt  $t_1$  ins Verhältnis gesetzt wird zum Gradienten des Lenkradwinkels  $\alpha$  ab dem Zeitpunkt  $t_2$ . Resultierend aus der Tatsache, dass jedem definierten Lenkwinkel  $\beta$  ein definierter  
15 Lenkradwinkel  $\alpha$  zugeordnet ist, kann durch Feststellen eines Abfalls des Gradienten des Lenkradwinkels  $\alpha$  erkannt werden, dass der Fahrzeugführer eine Abweichung des Ist-Lenk winkels  $\beta$  vom Soll-Lenk Winkel  $\beta$  erkannt hat und entsprechende Gegenreaktionen ausgelöst hat. Somit ist auch dies ein Indiz für den Aufmerksamkeitsgrad des Fahrzeugführers.

20

Eine weitere Auswertevariante besteht darin, dass die Häufigkeit als Bezugsgröße herangezogen wird, mit der die Zeitspanne  $t_3$  bis  $t_2$  einen vorgebbaren Grenzwert überschreitet. Die Zeitspanne  $t_3$  bis  $t_2$  definiert letztendlich den Reaktionszeitraum des Fahrzeugführers auf eine äußere Lenkbeeinflussung. Wird die Häufigkeit, mit der die  
25 Zeitspanne  $t_3$  bis  $t_2$  einen Grenzwert überschreitet - gegebenenfalls auch geringfügig - größer, ist dies ein weiteres Indiz für einen abnehmenden Aufmerksamkeitsgrad des Fahrzeugführers.

Figur 3 zeigt in einem Blockschaltbild eine Vorrichtung 30 zur Erkennung des  
30 Aufmerksamkeitsgrades eines Fahrzeugführers. Die Vorrichtung 30 umfasst eine Signalerfassungs- und -auswerteeinheit 32, die mit einer Steuerung 34 einer elektrischen Lenkunterstützung (EPS) 36 verbunden ist. Ferner kann die Signalerfassungs- und -auswerteeinheit 32 mit einer Steuerung 38 eines elektronischen Stabilitätssystems (ESP) 40 verbunden sein. Der Signalerfassungs- und -auswerteeinheit 32 steht hierbei über das  
35 ESP-System beispielsweise ein Signal 42 zur Verfügung, das dem aktuellen Lenkwinkel  $\beta$  entspricht. Über das EPS-System 36 steht der Signalerfassungs- und -auswerteeinheit 32 ein Signal 44 zur Verfügung, das einer Winkelstellung und/oder einer Drehzahl eines



Rotors des elektrischen Servomotors 24 entspricht. Ferner steht ein Signal 46 zur Verfügung, das einem aktuellen Lenkungs-Drehmoment, gemessen über den Torsionsstab 26, entspricht. Somit kann die Signalerfassungs- und -auswerteeinheit 32 bei mit dem EPS-System 36 beziehungsweise dem ESP-System 40 ausgestatteten Fahrzeugen auf vorhandene Signale zurückgreifen. Somit sind für die erfindungsgemäße Erkennung des Aufmerksamkeitsgrades des Fahrzeugführers keine zusätzlichen Sensiereinrichtungen oder dergleichen erforderlich. Die Signalerfassungs- und -auswerteeinheit 32 generiert ein Signal 48, das dem Aufmerksamkeitsgrad des Fahrzeugführers entspricht und mittels dem eine entsprechende Aktion, beispielsweise ein Lenkeingriff oder ein akustischer, visueller oder haptischer Warnhinweis erfolgen kann. Entsprechend einem über die Auswertung festgestellten Niveau des Aufmerksamkeitsgrades des Fahrzeugführers, kann mittels des Signals 48 auch eine gestufte Aktion ausgelöst werden. Diese besteht beispielsweise in einem zunächst nachfolgenden optischen Warnhinweis, nachfolgendem kombinierten optischen und akustischen Warnhinweis und gegebenenfalls nachfolgendem optischen akustischen und haptischen Warnhinweis. Schließlich kann bei besonders erheblicher Beeinträchtigung des Aufmerksamkeitsgrades des Fahrzeugführers ein automatischer Lenkeingriff erfolgen.

## BEZUGSZEICHENLISTE

- 5 10 Lenkung  
12 Lenkrad  
12' Kennlinie (Verlauf Lenkradwinkel  $\alpha$ )  
14 Lenkspindel  
16 Lenkgehäuse  
10 17 Zahnstange  
18 Spurstangen  
20 Lenkhebel  
22 Räder  
22' Kennlinie (Verlauf Lenkwinkel  $\beta$ )  
15 24 Servomotor  
26 Torsionsstab  
28 Lenkwinkelsensor  
30 Vorrichtung zur Erkennung des Aufmerksamkeitsgrades  
32 Signalerfassungs- und -auswerteeinheit  
20 34 Steuerung für 36  
36 elektrische Lenkunterstützung (EPS-System)  
38 Steuerung für 40  
40 elektronisches Stabilitätssystem (ESP-System)  
42 Signal (entspricht Lenkwinkel  $\beta$ )  
25 44 Signal (entspricht Winkelstellung und/oder Drehzahl eines Rotors des elektrischen Servomotors 24)  
46 Signal (entspricht aktuellem Lenkungs-Drehmoment, gemessen über den Torsionsstab 26)  
48 Signal (entspricht Aufmerksamkeitsgrad des Fahrzeugführers)  
30  
 $\alpha$  Lenkradwinkel  
 $\beta$  Lenkwinkel  
 $t_n$  Zeitpunkte

## PATENTANSPRÜCHE

- 5 1. Verfahren zur Erkennung des Aufmerksamkeitsgrades eines Fahrzeugführers, wobei ein Lenkverhalten des Fahrzeugführers überwacht wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Phasenverlauf zwischen einer Änderung eines Lenkwinkels ( $\beta$ ) wenigstens eines lenkbaren Rades (22) des Fahrzeuges und einer Änderung des Lenkradwinkels ( $\alpha$ ) ausgewertet wird.
- 10 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Phasenverlauf in Zeitspannen ausgewertet wird, in denen Lenkbewegungen des Fahrzeuges nicht von einem Lenkungswunsch des Fahrzeugführers ausgehen.
- 15 3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Phasenverlauf innerhalb einer Zeitspanne ( $t_2$  bis  $t_3$ ) ausgewertet wird, in der eine Änderung des Lenkradwinkels ( $\alpha$ ) einer Änderung des Lenkwinkels ( $\beta$ ) folgt.
- 20 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Länge der Zeitspanne ( $t_2$  bis  $t_3$ ) ausgewertet wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Gradient des Lenkwinkels ( $\alpha$ ) in der Zeitspanne ( $t_2$  bis  $t_3$ ) ausgewertet wird.
- 25 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Gradient des Lenkradwinkels ( $\alpha$ ) mit einem Gradienten des Lenkwinkels ( $\beta$ ) verglichen wird.
- 30 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Länge der Zeitspanne ( $t_2$  bis  $t_3$ ) und/oder der Gradient mit wenigstens einem vorgebbaren Grenzwert verglichen wird.
- 35 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Häufigkeit einer Überschreitung des wenigstens einen Grenzwertes über eine festlegbare Zeitspanne überwacht wird.

- 5 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei einer vorgebbaren Annäherung an den wenigstens einen Grenzwert, einer Überschreitung des wenigstens einen Grenzwertes und/oder einer Häufigkeit des Überschreitens des wenigstens einen Grenzwertes wenigstens eine Aktion ausgelöst wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein automatischer Lenkeingriff erfolgt.
- 10 11. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens ein akustischer, optischer und/oder haptischer Hinweis erfolgt.
- 15 12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in Abhängigkeit eines detektierten Aufmerksamkeitsgrades abgestufte Aktionen ausgelöst werden.
- 20 13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Ermittlung des Lenkwinkels ( $\beta$ ) und des Lenkradwinkels ( $\alpha$ ) eine Winkelstellung und/oder eine Drehzahl des Rotors eines Servomotors (24) einer elektrischen Lenkunterstützung (36) und eine Winkelstellung einer Lenksäule ausgewertet werden.
- 25 14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Ermittlung des Phasenunterschiedes ein Lenkungs-Drehmoment einer elektrischen Lenkunterstützung (36) ausgewertet wird.
- 30 15. Vorrichtung (30) zur Erkennung des Aufmerksamkeitsgrades eines Fahrzeugführers, mit wenigstens einer das Lenkverhalten des Fahrzeuges detektierenden Sensiereinrichtung und mit einer Signalerfassungs- und -auswerteeinheit (32), mittels der in Abhängigkeit eines Phasenverlaufes zwischen einem Lenkwinkel ( $\beta$ ) wenigstens eines lenkbaren Rades (22) des Fahrzeuges und einem Lenkradwinkel ( $\alpha$ ) ein dem Aufmerksamkeitsgrad entsprechendes Signal (48) generierbar ist.

## ZUSAMMENFASSUNG

### 5 Verfahren und Vorrichtung zur Erkennung des Aufmerksamkeitsgrades eines Fahrzeugführers

- 10 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung des Aufmerksamkeitsgrades eines Fahrzeugführers, wobei ein Lenkverhalten des Fahrzeugführers überwacht wird, sowie eine Vorrichtung (30) zur Erkennung des Aufmerksamkeitsgrades eines Fahrzeugführers, mit wenigstens einer das Lenkverhalten des Fahrzeuges detektierenden Sensiereinrichtung und mit einer Signalerfassungs- und -auswerteeinheit (32).
- 15 Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren ist vorgesehen, dass ein Phasenverlauf zwischen einer Änderung eines Lenkwinkels ( $\beta$ ) wenigstens eines lenkbaren Rades (22) des Fahrzeuges und einer Änderung des Lenkradwinkels ( $\alpha$ ) ausgewertet wird. Mittels der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist in Abhängigkeit eines Phasenverlaufes zwischen einem Lenkwinkel ( $\beta$ ) wenigstens eines lenkbaren Rades (22) des Fahrzeuges und einem
- 20 Lenkradwinkel ( $\alpha$ ) ein dem Aufmerksamkeitsgrad entsprechendes Signal (48) generierbar.

(Fig. 1)

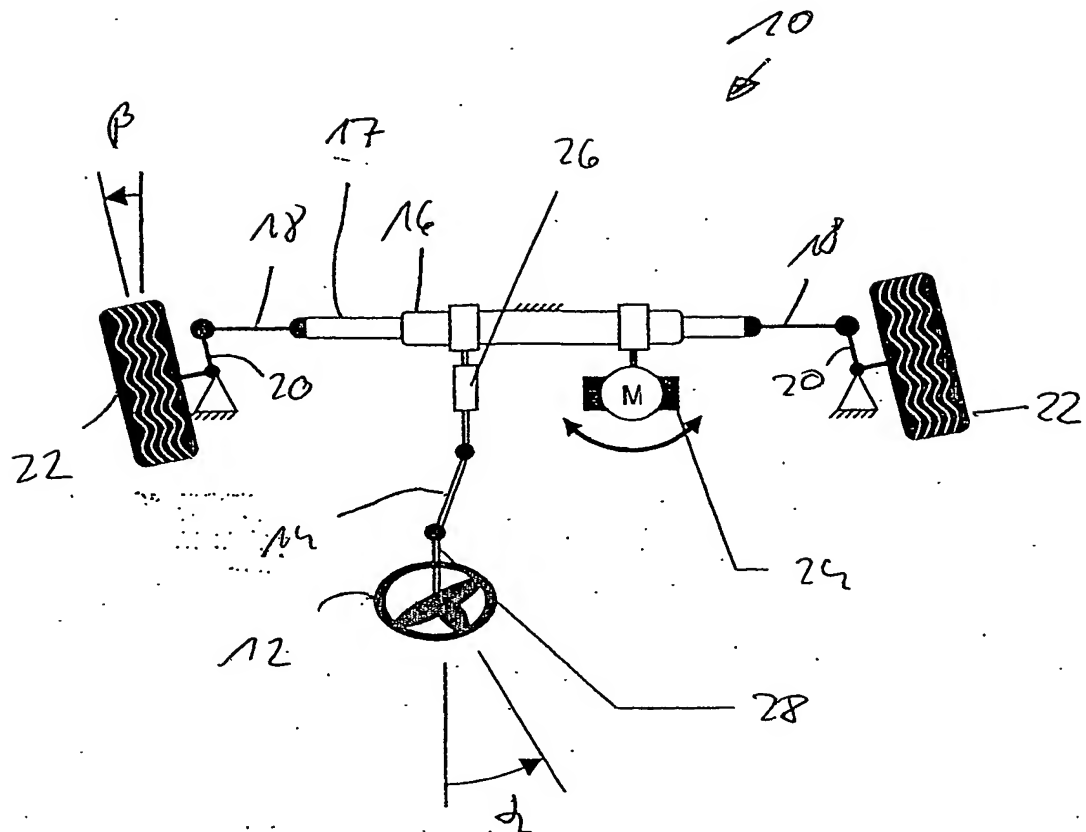


Fig. 1

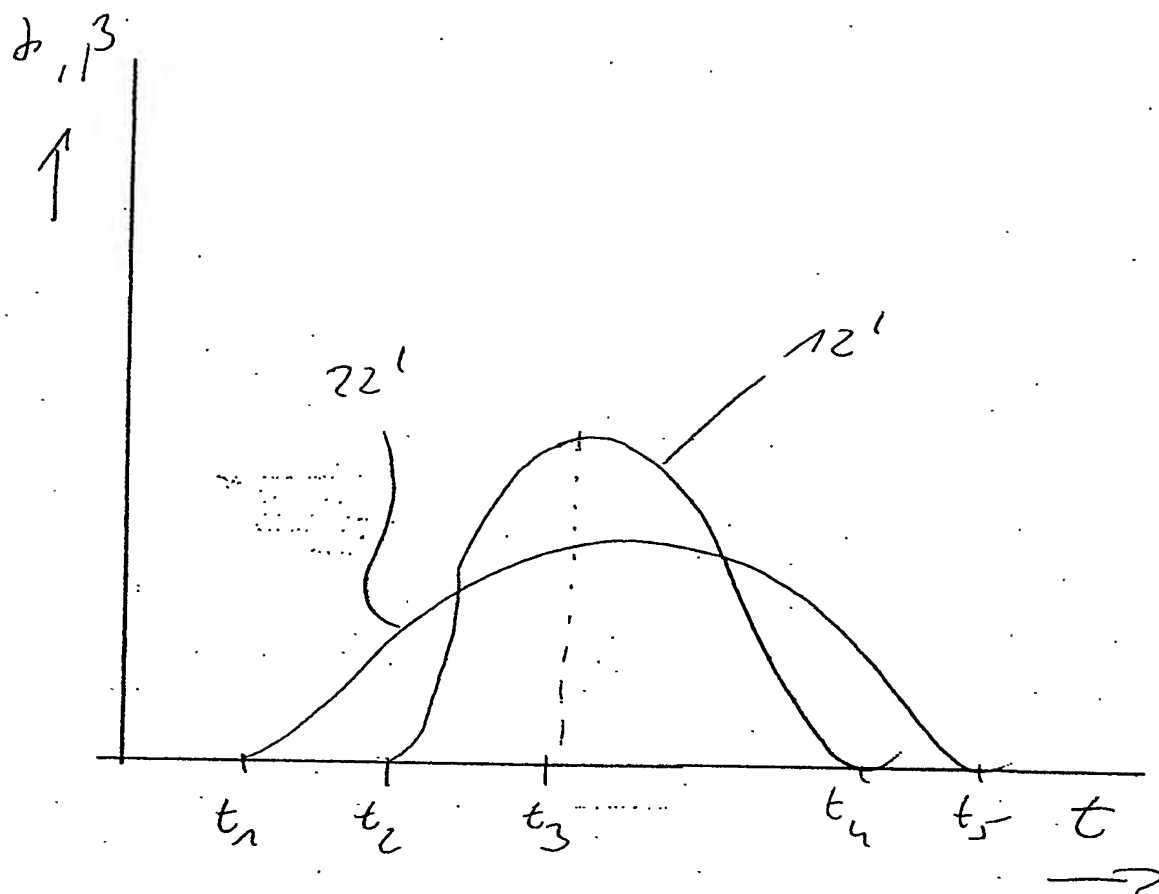


Fig. 2

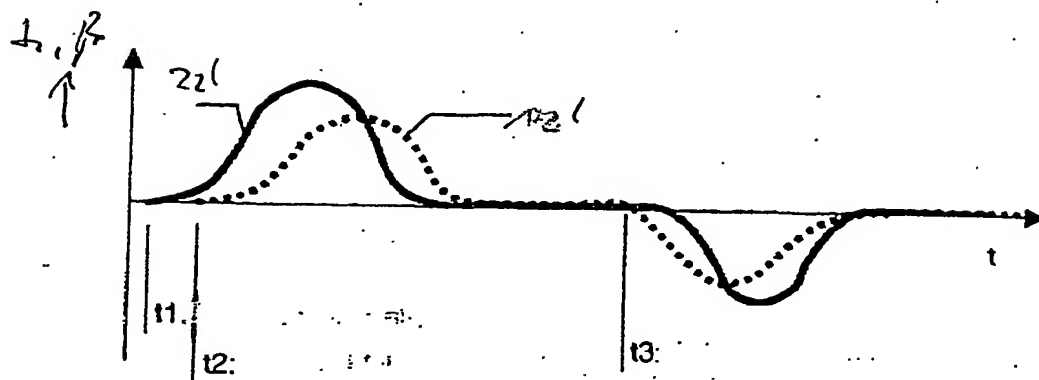


Fig. 2a

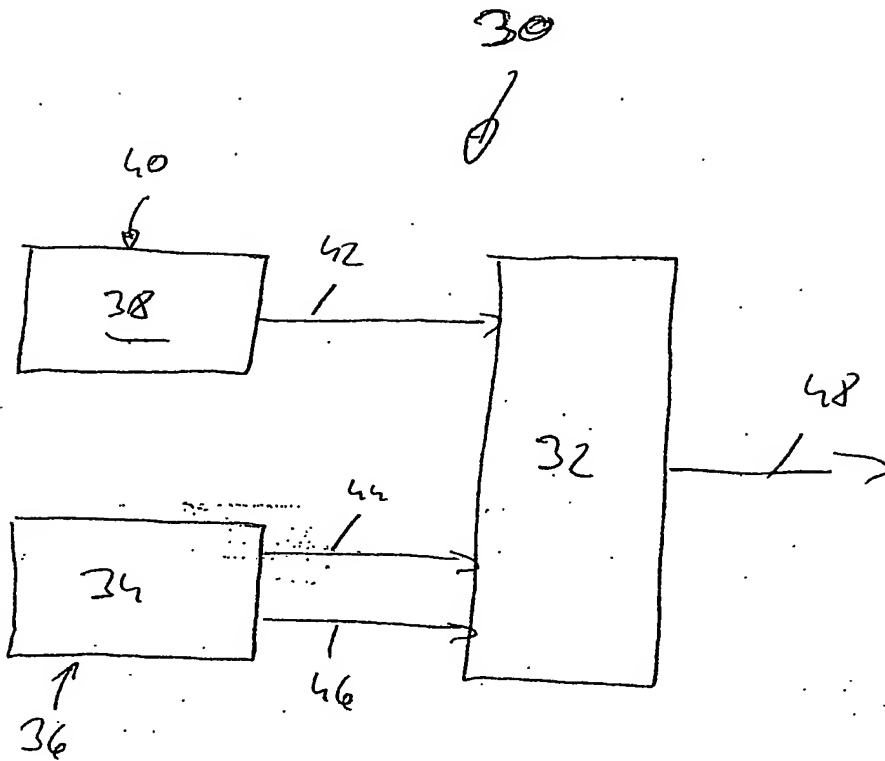


Fig-3